



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**  
⑩ **DE 101 37 848 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:  
**F 02 F 7/00**  
F 16 C 9/02

②1 Aktenzeichen: 101 37 848.3  
②2 Anmeldetag: 2. 8. 2001  
④3 Offenlegungstag: 28. 3. 2002

DE 101 37 848 A 1

③0 Unionspriorität:  
709819 03. 08. 2000 US

⑦1 Anmelder:  
General Motors Corporation, Detroit, Mich., US

⑦4 Vertreter:  
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München

⑦2 Erfinder:  
Tappen, Grant K., Michigan, Wash., US

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Kurbelwellenlager für einen Motorblock

⑤7 Ein Verbrennungsmotor umfaßt einen Motorblock aus einer Aluminiumlegierung, der Kolben in Zylindern umfaßt und eine Unterseite aufweist, die eine obere halbkreisförmige Lauffläche umfaßt. Ein unterer Lagerbock weist eine untere halbkreisförmige Lauffläche auf, um die obere halbkreisförmige Lauffläche in dem Motorblock zu ergänzen und somit eine Kurbelwellenbohrung festzulegen, die eine Kurbelwelle aus einer Eisenlegierung drehbar lagert. Der untere Lagerbock ist aus einer einzigen Aluminium-Silizium-Legierung gebildet, die einen Längenausdehnungskoeffizienten aufweist, der mit dem der Kurbelwelle aus der Eisenlegierung vergleichbar ist, um ein konstantes Spiel zwischen dem unteren Lagerbock und der Kurbelwelle zu fördern. Eine derartige Aluminium-Silizium-Legierung besteht aus annähernd 33-35 Gewichts-% Silizium und der Rest ist Aluminium.

DE 101 37 848 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Lagerböcke für ein Hauptlager in einem Verbrennungsmotor.

[0002] Bei der Motorkonstruktion ist eine Verringerung der Masse ein Hauptziel. Bekanntlich wird daher bei bestimmten Motorbauteilen Eisen durch Aluminium ersetzt. Der Nachteil bei manchen Anwendungen ist, daß die gewöhnlich angewandten Aluminiumlegierungen, wie beispielsweise 380-Aluminium, einen viel höheren Längenausdehnungskoeffizienten (LAK) als Eisen aufweisen. Beispielsweise besitzt Gußeisen einen LAK von ungefähr  $12 \times 10^{-6}/K$ , wohingegen 380-Aluminium einen LAK von ungefähr  $21 \times 10^{-6}/K$  aufweist, was ein Faktor von beinahe zwei ist. In dem Fall, daß Aluminiumlagerdeckel eine Eisenkurbelwelle lagern, wachsen die Aluminiumlagerdeckel schneller als die Kurbelwelle an, was zu einem erhöhten Lager Spiel und möglicherweise zu einer unannehmbaren Geräuscherzeugung führt. Größere Bohrungsspiele erfordern Schmiersysteme mit einer größeren Kapazität, um eine Ölleckage an den Hauptlagern vorbei zu kompensieren und eine angemessene Ölfilmdicke auf den Lagern aufrechtzuerhalten.

[0003] Eine Lösung für das Problem der Längenausdehnung, wie sie in U.S.-Patent Nr. 5,203,854 beschrieben ist, ist es, einem Aluminiumlagerdeckel herzustellen, der an die Kurbelwellenbohrung angrenzend mit einem Eisenkern gegossen ist, um vergleichbare Längenausdehnungskoeffizienten zwischen der Kurbelwelle und dem Lagerdeckel zu schaffen. Dies ist vorgeschlagen worden, um eine signifikante Schwankung des Lagerspiels zu verhindern und daher die Geräuscherzeugung zu reduzieren.

[0004] Ein Hindernis beim Gießen eines Eisenkerns in ein Aluminiumlager ist es, eine hochfeste Verbindung zwischen dem Eisenkern und dem Aluminiumgußstück sicherzustellen. Das U.S.-Patent Nr. 5,203,854 betrifft das Problem des Bohrens unähnlicher Materialien, insbesondere einer halbkreisförmigen Eisenfläche in dem Lagerdeckel und einer komplementären halbkreisförmigen Fläche in einem Aluminiummotorblock. Aufgrund der unterschiedlichen Härten muß ein Kompromiß zwischen Werkzeugauswahl und Einstellungen gefunden werden, der möglicherweise die Qualität der Kurbelwellenbohrung beeinträchtigen könnte. Um die Bearbeitbarkeit zu erleichtern, wird der Bohrungsoberfläche eine Aluminiumschicht von wenigen Millimetern Dicke hinzugefügt, so daß das Bohrwerkzeug während des gesamten Umlaufs das gleiche Material schneidet.

[0005] Der Zweck der vorliegenden Erfindung ist es, einen Hauptlagerbock bereitzustellen, der einen LAK besitzt, der mit dem der Kurbelwelle, die er lagert, vergleichbar ist, Bearbeitungseigenschaften aufweist, die ähnlich wie die der komplementären Bohrungsoberfläche sind und zur effizienten Wiederverwertbarkeit aus einer einzigen Legierung besteht.

[0006] Die vorliegende Erfindung ist für einen Verbrennungsmotor mit einem Aluminiummotorblock, einer Eisenkurbelwelle und Hauptlagerböcken, die vollständig aus einer Aluminium-Silizium-Legierung bestehen, vorgesehen. Die Aluminium-Silizium-Legierung hat die folgenden Materialeigenschaften: geringer LAK, der mit dem einer Eisenlegierung vergleichbar ist, hohe Festigkeit, die mit der einer Eisenlegierung vergleichbar ist, und gute Bearbeitbarkeit, die ähnlich ist wie die anderer Aluminiumlegierungen, wie beispielsweise 380-Aluminium. Die übereutektische Aluminium-Silizium-Legierung, die diese Eigenschaften erfüllt, besteht aus mindestens 25 Gewichts-% Silizium, wobei der Rest Aluminium ist.

[0007] Die Aluminium-Silizium-Legierung mit 33-35%

Silizium hat insbesondere einen LAK von annähernd  $13,2 \times 10^{-6}/K$ , was mit dem einer Eisenlegierung vergleichbar ist. Früher war ein derart niedriger LAK mit Aluminiumlegierungen nicht erreichbar. Diese Materialauswahl stellt sicher, daß eine engere Kurbelwellenbohrungstoleranz durch konstante Längenausdehnungsraten der Eisenkurbelwelle und der Aluminium-Silizium-Lagerböcke aufrechterhalten werden kann. Eine engere Kurbelwellenbohrungstoleranz wird die Lebensdauer der Lager erhöhen, da es weniger Verschleiß der Lager gibt.

[0008] Die Verwendung eines Aluminium-Silizium-Lagerbocks in Verbindung mit einem Aluminiummotorblock erleichtert die Bearbeitung der Kurbelwellenbohrung, sie beseitigt die Bearbeitung von Mischmaterial, die früher zwischen Eisenlagerböcken und einem Aluminiummotorblock erforderlich war. Aluminium läßt sich viel schneller und leichter als Eisen bearbeiten, wodurch die Bearbeitungszeit und der Werkzeugverschleiß reduziert werden.

[0009] Somit stellen Hauptlagerböcke, die aus einer derartigen übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung bestehen, eine Kombination aus geringer Masse, einfacher Bearbeitbarkeit und Formbeständigkeit der Kurbelwellenbohrung bei insgesamt nur einer einzigen Legierung bereit.

[0010] Die Erfindung wird im folgenden beispielhaft anhand der Zeichnungen beschrieben, in dieser ist:

[0011] Fig. 1 eine Explosionsperspektivansicht eines Verbrennungsmotors,

[0012] Fig. 2 eine Explosionsperspektivansicht eines Verbrennungsmotors mit Lagern einer zweiten Ausgestaltung, und

[0013] Fig. 3 eine Endansicht im Schnitt eines Verbrennungsmotors, der Lagerböcke der vorliegenden Erfindung umfaßt.

[0014] Fig. 1 veranschaulicht in einer Explosionsansicht einen Verbrennungsmotor, der allgemein mit 10 bezeichnet ist und einen Motorblock 12 umfaßt, der Kolben 14 in Zylindern 16 aufweist. Zylinderköpfe 18 passen auf die Oberseite 20 des Motorblocks 12, um die Zylinder 16 zu verschließen. Ein Kurbelgehäuse 22 ist mit der Unterseite 24 des Motorblocks 12 verschraubt, und eine Ölwanne 26 ist an die Unterseite 28 des Kurbelgehäuses 22 montiert. Ein Ölverteiler 29 ist zwischen dem Kurbelgehäuse 22 und der Ölwanne 26 angeordnet.

[0015] Eine Kurbelwelle 30 befindet sich zwischen der Unterseite 24 des Motorblocks 12 und dem Kurbelgehäuse 22 und ist durch Lagerböcke drehgelagert. Ein unterer Lagerbock 34 kann in der Form eines separaten, unteren Einsatzes vorgesehen sein, der von dem Kurbelgehäuse 22 aufnehmbar ist, wie es in Fig. 1 gezeigt ist, oder der an die Unterseite des Motorblocks geschraubt sein kann, und ist sonst als Lagerdeckel bekannt. Alternativ kann der untere Lagerbock 34 einstückig mit dem Kurbelgehäuse 22 gegossen sein, wie es in Fig. 2 gezeigt ist.

[0016] Der untere Lagerbock 34 umfaßt eine untere halbkreisförmige Lauffläche 36. Die Unterseite 24 des Motorblocks 12 umfaßt eine obere halbkreisförmige Lauffläche 38, um die untere halbkreisförmige Lauffläche 36 in dem unteren Lagerbock 34 zu ergänzen. Zusammen legen die halbkreisförmigen Laufflächen 36, 38 eine Kurbelwellenbohrung 40 fest, in der jeweils obere bzw. untere laufbuchsenartige Lager 41 bzw. 42 die Kurbelwelle 30 lagern.

[0017] In Hinblick auf die Materialauswahl ist der Motorblock 12 wegen des Massenwirkungsgrades aus einer üblichen Aluminiumlegierung, wie beispielsweise 380-Aluminium, gegossen, wohingegen die Kurbelwelle 30 aus Festigkeitsgründen aus einer Eisenlegierung besteht. Das 380-Aluminium ist vorwiegend Aluminium mit den folgenden Elementen: 7,5-9,5% Silizium, 3,0-4,0% Kupfer, 3,0%

Zink, maximal 1,3% Eisen, 0,35% Zinn, 0,5% Mangan, 0,5% Nickel, 0,1% Magnesium und 0,5% andere.

[0018] Wegen des Massenwirkungsgrades könnte der untere Lagerbock 34 auch aus 380-Aluminium bestehen, aber wegen des beträchtlichen Unterschiedes der Längenausdehnungskoeffizienten zwischen 380-Aluminium mit annähernd  $21 \times 10^{-6}/K$  und der Kurbelwelleneisenlegierung mit annähernd  $12 \times 10^{-6}/K$  kann dieser Unterschied zu Lagerspielen außerhalb der Toleranz führen, wenn sich die Kurbelwelle und der Lagerbock thermisch mit unterschiedlichen Raten ausdehnen. Ein übermäßiges Lagerspiel des Lagerbocks, der von der Kurbelwelle weg anwächst, kann bewirken, daß der Ölfilm schlechter wird, wodurch ein Kontakt von Metall zu Metall zugelassen und die Lebensdauer des Lagers reduziert wird.

[0019] Deshalb stellt die vorliegende Erfindung untere Lagerböcke 34 bereit, die nur aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung bestehen, die einen LAK von annähernd  $13,2 \times 10^{-6}/K$  aufweist, der mit dem der Eisenlegierung der Kurbelwelle 30 vergleichbar ist. Die Verwendung dieser Legierung reduziert die Wahrscheinlichkeit, daß das Kurbelwellenlagerspiel über die Abmessungsspezifikation hinaus anwächst, was wiederum den Effekt einer übermäßigen Geräuscherzeugung und eines übermäßigen Ölverbrauches reduziert. Ein nahezu konstantes Lagerspiel kann bei allen Temperaturen, die im Bereich von etwa  $-40^{\circ}C$  bis  $175^{\circ}C$  liegen, aufrechterhalten werden. Um den niedrigen LAK zu erreichen, besteht die Aluminium-Silizium-Legierung aus mindestens 25 Gewichts-% Silizium und vorzugsweise annähernd 33–35 Gewichts-% Silizium, wobei Aluminium den Rest bildet. Eine derartige Aluminium-Silizium-Legierung ist von PEAK-Werkstoff GmbH erhältlich und wird als Dispal S220 bezeichnet. Vor der kommerziellen Verfügbarkeit dieser Legierung war die maximale Siliziumkonzentration, die eine Aluminiumlegierung behalten konnte, ungefähr 18% in 390-Aluminium, bevor sich das Silizium vom Rest der Legierung trennte.

[0020] Die Aluminium-Silizium-Legierung besitzt verbesserte Bearbeitbarkeitseigenschaften gegenüber Eisenlegierungen. Wenn die Kurbelwellenbohrung in einen Aluminiumblock und einen Eisendeckel geschnitten werden muß, begrenzt das Eisen die Bearbeitungsfähigkeiten. Beispielsweise wird die Bearbeitungszeit geringer und die Standzeit des Werkzeugs wird verkürzt. Bei der vorliegenden Erfindung schafft das Bohren der Kurbelwellenbohrung in den Lagerbock und in den Motorblock keine Probleme bei der Werkzeugauswahl oder Werkzeugeinrichtung. Das Bohrwerkzeug schneidet während des gesamten Umlaufs durch Material mit annähernd der gleichen Härte, wodurch geholfen wird, eine runde und gerade Bohrung zu gewährleisten.

[0021] Die Aluminium-Silizium-Legierung enthält Siliziumpartikel, deren Größe in der Größenordnung von 10 bis 20 Mikron liegt. Dies kann im Gegensatz zu 390-Aluminium mit Siliziumpartikeln von 70 bis 100 Mikron gestellt werden. Kleinere Siliziumpartikel können von einem Bohrwerkzeug nicht abgetragen werden, und deshalb verschleißt das Werkzeug nicht so schnell.

[0022] Wie es in Fig. 2 gezeigt ist, ist der untere Lagerbock 34 als Teil des Kurbelgehäuses 22 integriert, indem der untere Lagerbock eingegossen wird, wenn das Kurbelgehäuse gegossen wird. Geschmolzenes Aluminium strömt um den Aluminium-Silizium-Lagerbock herum, wobei die Außenfläche teilweise angeschmolzen wird. Der Lagerbock verfestigt sich wieder, wenn sich das Kurbelgehäuse verfestigt, wodurch eine metallurgische Verbindung zwischen dem Lagerbock und dem Kurbelgehäuse geschaffen wird. Eine derartige metallurgische Verbindung kann zwischen einem Eisenlagerbock und einem Aluminiumkurbelgehäuse

nicht erzielt werden, stattdessen muß man sich auf eine mechanische Verbindung verlassen.

[0023] Anstatt die obere Lauffläche der Kurbelwellenbohrung direkt in den Motorblock 12 zu bohren, kann ein oberer Lagerbock 44 verwendet werden, wie es in Fig. 3 gezeigt ist. Ähnlich wie die oben diskutierten unteren Lagerböcke 34 kann der obere Lagerbock 44 ein separater Lagereinsatz sein, der in dem Motorblock 12 eingebettet ist, oder er kann integral in den Block eingegossen sein. Wenn ein oberer Lagerbock 44 verwendet wird, ist es bevorzugt, ihn aus der gleichen übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung zu bilden, wie sie für den unteren Lagerbock 34 verwendet wird. Dies wird weiter eine Formbeständigkeit der Kurbelwellenbohrung 40 liefern.

[0024] Zusammengefaßt besitzt ein Verbrennungsmotor einen Motorblock aus einer Aluminiumlegierung, der Kolben in Zylindern umfaßt und eine Unterseite aufweist, die eine obere halbkreisförmige Lauffläche umfaßt. Ein unterer Lagerbock weist eine untere halbkreisförmige Lauffläche auf, um die obere halbkreisförmige Lauffläche in dem Motorblock zu ergänzen und somit eine Kurbelwellenbohrung festzulegen, die eine Kurbelwelle aus einer Eisenlegierung drehbar lagert. Der untere Lagerbock ist aus einer einzigen Aluminium-Silizium-Legierung gebildet, die einen Längenausdehnungskoeffizienten aufweist, der mit dem der Kurbelwelle aus der Eisenlegierung vergleichbar ist, um ein konstantes Spiel zwischen dem unteren Lagerbock und der Kurbelwelle zu fördern. Eine derartige Aluminium-Silizium-Legierung besteht aus annähernd 33–35 Gewichts-% Silizium und der Rest ist Aluminium.

#### Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor, umfassend:  
einen Motorblock aus einer Aluminiumlegierung, der Kolben in Zylindern umfaßt und eine Unterseite aufweist, die eine obere halbkreisförmige Lauffläche umfaßt,  
eine Kurbelwelle aus einer Eisenlegierung,  
einen unteren Lagerbock, der eine untere halbkreisförmige Lauffläche aufweist, um die obere halbkreisförmige Lauffläche in dem Motorblock zu ergänzen und somit eine Kurbelwellenbohrung festzulegen, die die Kurbelwelle aus der Eisenlegierung drehbar lagert, wobei der untere Lagerbock aus einer einzigen Aluminium-Silizium-Legierung gebildet ist, die einen Längenausdehnungskoeffizienten aufweist, der mit dem der Kurbelwelle aus der Eisenlegierung vergleichbar ist, um ein konstantes Spiel zwischen dem unteren Lagerbock und der Kurbelwelle zu fördern.
2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aluminium-Silizium-Legierung aus mindestens 25 Gewichts-% Silizium besteht.
3. Verbrennungsmotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aluminium-Silizium-Legierung aus annähernd 33–35 Gewichts-% Silizium besteht und der Rest Aluminium ist.
4. Verbrennungsmotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß dieser ein Kurbelgehäuse umfaßt, das an die Unterseite des Motorblocks montiert ist, und daß der untere Lagerbock einstückig mit dem Kurbelgehäuse gegossen ist.
5. Verbrennungsmotor, umfassend:  
einen Motorblock aus einer Aluminiumlegierung, der Kolben in Zylindern umfaßt und eine Unterseite aufweist, die einen oberen Lagerbock mit einer oberen halbkreisförmigen Lauffläche umfaßt,  
eine Kurbelwelle aus einer Eisenlegierung,

einen unteren Lagerbock, der eine untere halbkreisförmige Lauffläche aufweist, um die obere halbkreisförmige Lauffläche in dem oberen Lagerbock zu ergänzen und somit eine Kurbelwellenbohrung festzulegen, die die Kurbelwelle aus der Eisenlegierung drehbar lagert, wobei die oberen und unteren Lagerböcke aus einer einzigen Aluminium-Silizium-Legierung gebildet sind, die einen Längenausdehnungskoeffizienten aufweist, der mit dem der Kurbelwelle aus der Eisenlegierung vergleichbar ist, um ein konstantes Spiel zwischen den oberen und den unteren Lagerböcken und der Kurbelwelle zu fördern.

6. Verbrennungsmotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Aluminium-Silizium-Legierung aus mindestens 25 Gewichts-% Silizium besteht.

7. Verbrennungsmotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß dieser ein Kurbelgehäuse umfaßt, das an die Unterseite des Motorblocks montiert ist, und daß der untere Lagerbock einstückig mit dem Kurbelgehäuse gegossen ist.

8. Verbrennungsmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Lagerbock einstückig mit dem Motorblock gegossen ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

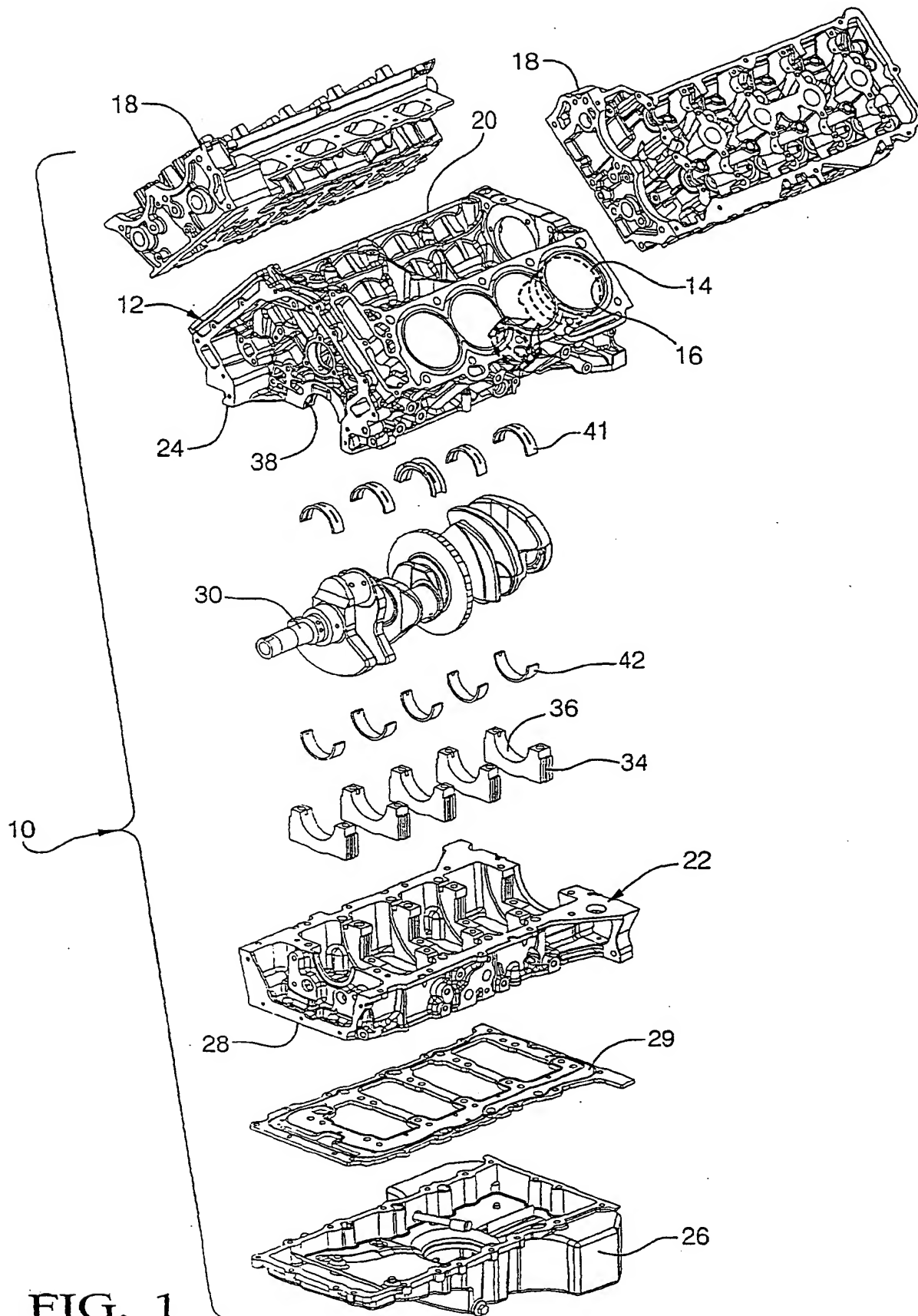


FIG. 1

